

Die Einwirkung
selbsttätiger Prothesenreinigungsmittel
auf das Prothesenbasismaterial

von

Ulrich Ackmann

aus

Wennigsen

1970

1970 P 374



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546218_0047

Aus der Prothetischen Abteilung
(Vorstand: Prof. Dr. M. Hofmann)
der Klinik und Poliklinik
für Zahn-, Mund- und Kieferkranke
der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Prof. Dr. Dr. G. Steinhardt)

Die Einwirkung selbsttätiger Prothesenreinigungsmittel auf das Prothesenbasismaterial

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Ulrich Ackmann
aus
Wennigsen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät der
Universität Erlangen - Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. H. Valentin
Referent: Priv. Doz. Dr. L. Kobes
Korreferent: Prof. Dr. M. Hofmann

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Juli 1970

INHALTSVERZEICHNIS

I.	<u>Einleitung</u>	1
II.	<u>Bisher an anderer Stelle durchgeführte Untersuchungen</u>	3
III.	<u>Eigene Untersuchungen</u>	7 - 28
A.	<u>Material und Methodik</u>	
1)	Herstellung der Prüfkörperform	7
2)	Herstellung der Prüfkörper	8
3)	Lagerung der Prüfkörper	9
4)	Dauerversuchsanordnung	10 - 12
a.	Vorbereitung der Prüfkörper	
b.	Volumenmessung der Prüfkörper	
c.	Durchführung des Dauerversuches	
5)	Bestimmung der Volumenkonstanz	12
6)	Bestimmung der Oberflächenhärte	13
7)	Bestimmung der Biegefestigkeit	14
8)	Bestimmung der Farbkonstanz	15
B.	<u>Experimenteller Teil</u>	
1)	Reinigungsmittel	17
2)	Volumenkonstanz	18
3)	Oberflächenhärte	18
a.	Änderung der Oberflächenhärte bei PALADON 65	18
b.	Änderung der Oberflächenhärte bei PALADUR	20
4)	Biegefestigkeit	21

a.	Änderung der Biegefestigkeit bei PALADON 65	21
b.	Änderung der Biegefestigkeit bei PALADUR	22
5)	Farbkonstanz	24
a.	Änderung der Farbkonstanz bei PALADON 65	24
b.	Änderung der Farbkonstanz bei PALADUR	26
IV.	<u>Besprechung der Versuchsergebnisse</u>	29 - 35
1.	Oberflächenhärte	29
2.	Biegefestigkeit	30
3.	Farbkonstanz	33
V.	<u>Zusammenfassung</u>	36
VI.	<u>Anhang</u>	38 - 49
VII.	<u>Schrifttum</u>	50

I. Einleitung

In der letzten Zeit häuften sich die Klagen von Prothesenträgern über die mangelnde Haltbarkeit und gewisse Verfärbungen ihres herausnehmbaren Zahnersatzes, bei welchem als Basismaterial Kunststoffe auf Methacrylsäuremethylester-Basis verwendet wurden. Auf die Frage, wie die Patienten die Reinigung ihrer Prothesen vornehmen, gaben sie die Verwendung von den im Handel befindlichen selbsttätigen Reinigungsmitteln an. Es wurde von den Patienten weiterhin angegeben, dass die Prothesenreinigungsmittel nach der von den Firmen mitgegebenen Gebrauchsanweisung verwendet wurden. Es habe sich zum Teil schon nach einer Tragzeit der Prothesen von einem halben Jahr eine Entfärbung ihres Zahnersatzes eingestellt. Nach diesem Zeitraum wurde auch eine Materialermüdung in Form von Sprüngen und einem totalen Bruch der Prothese festgestellt, die eine Reparatur des neu eingegliederten Zahnersatzes notwendig machten.

Die folgende Arbeit soll nun zu klären versuchen, ob die im Handel befindlichen selbsttätigen Prothesenreinigungsmittel einen Einfluss auf die Haltbarkeit und die Farbechtheit der im allgemeinen verwendeten Prothesenkunststoffe haben. Die Frage nach der reinigenden Wirkung dieser Mittel wurde dabei ausser Acht gelassen. Dadurch war es nicht notwendig, die Untersuchungen klinisch unter Mithilfe der Patienten durchzuführen. Es konnten daher die Versuche im Laboratorium durchgeführt werden.

Prüfkörper aus Prothesenkunststoffen wurden in einem Dauerversuch, der den Zeitraum eines halben Jahres nachvollzog, der Einwirkung der selbsttätigen Prothesenreinigungsmittel ausgesetzt. Nach Ablauf dieses Versuches wurden die Prüfkörper im Hinblick auf ihre Volumenbeständigkeit, Oberflächenhärte, Biegefestigkeit und Farbechtheit untersucht. Ein Teil der Prüfkörper wurde dabei zu Vergleichszwecken den Reinigungsmitteln nicht ausgesetzt.

Die gewonnenen Messwerte wurden mit denen der unbehandelten Kunststoffprüfkörper verglichen, tabellarisch zusammengestellt und graphisch ausgewertet. Die verschiedenen Prüfsubstanzen wurden dabei streng voneinander getrennt, um über ihre Einwirkung auf die Prothesenbasismaterialien Aussagen machen zu können.

II. Bisher an anderer Stelle durchgeführte Untersuchungen

HENNICKE (2) befasste sich im Jahre 1958 mit dem Problem der Reinigung und Desinfektion von Prothesen. Er untersuchte in seiner Arbeit das Verhalten von Kunststoffen gegenüber Prothesenreinigungsmitteln in Bezug auf ihre Feuchtigkeitsaufnahme, Oberflächenbeschaffenheit, Dimensionsänderungen und Farbminderungen. Bei diesen Untersuchungen wurden zwei Prothesenpflegemittel verwendet sowie verschiedene Desinfektionsmittel. Dabei stellte sich heraus, dass die Reinigungsmittel sich gut bzw. mit einer gewissen Einschränkung zur Prothesenpflege eignen. Alkohol-, phenol- und kresolhaltige Desinfizienten sind dagegen für die Kunststoffe nicht oder nur sehr eingeschränkt geeignet.

BÖTTGER (1) stellte Untersuchungen über das Farbverhalten der Kunststoffe bei Verwendung von selbsttätigen Reinigungsmitteln an. Es wurden bei diesen Versuchen Kunststoffprüfkörper aus Paladon und Paladur zunächst vier verschiedenen Prothesenreinigungsmitteln ausgesetzt. Zwischenzeitlich wurden diese Prüfkörper in eine künstlich hergestellte Magensaftlösung eingelegt, um so Bedingungen zu simulieren, wie sie im Mundmilieu eines Prothesenträgers herrschen. Nach Ablauf dieser Versuche, die sich über einen Zeitraum von 4 Monaten erstreckten, fand BÖTTGER keine Farbveränderungen der Prothesenkunststoffe. Erst nach einer Erhöhung des Salzsäuregehaltes

in der Magensaftlösung konnte bereits nach 14 Tagen eine Farbdifferenz gegenüber den Kontrollplättchen festgestellt werden.

In weiteren Versuchen, die BÖTTGER an Patienten mit neu eingegliederten Prothesen durchführte, wurde ein Teil des Zahnersatzes mit einer normalen Bürste, der andere mit einem selbsttätigen Prothesenreinigungsmittel gereinigt. Nach Ablauf eines halben Jahres zeigten sich an über der Hälfte der mit diesem Reinigungsmittel gepflegten Prothesen Entfärbungserscheinungen. Es stellte sich dabei weiterhin heraus, dass kalthärtender Kunststoff stärker entfärbt wurde.

Dieses Ergebnis widersprach eindeutig den im Laborversuch gemachten Erfahrungen über die Reinigungsmittel. BÖTTGER konnte in seiner Arbeit nicht den Beweis erbringen, ob selbsttätig wirkende Prothesenreinigungsmittel eine Entfärbung des Kunststoffes bewirken oder ob dies auf andere Faktoren zurückgeführt werden muss.

Bemerkenswert ist hier eine Mitteilung von GERBER (zit. BÖTTGER), der zwar die gute Reinigungswirkung der selbsttätigen Prothesenreinigungsmittel hervorhebt, jedoch darauf aufmerksam macht, dass häufig infolge hydrolytischer Eigenschaften dieser Mittel eine galvanische Korrosion in Gang gesetzt wird, die dann schliesslich zu einer Schädigung des Prothesenmaterials führe.

SMITH (4) fordert die Entwicklung eines Prothesenreinigers, der die Ablagerungen an den Prothesen schnell löst,

das Material aber nicht angreift.

Ebenfalls aus England kommt eine Arbeit von NEILL (3), die sich mit Untersuchungen über Materialien und Methoden befasst, die zur Reinigung von Prothesen Verwendung finden. Auch hier zeigten sich bei den Untersuchungen der Farbechtheit der Prothesenkunststoffe widersprüchliche Versuchsergebnisse.

So gaben die Patienten ähnlich wie bei den Untersuchungen von BÖTTGER eine bleichende Wirkung der Prothesenreinigungsmittel an, während im Laborversuch diese Wirkung nicht zu beobachten war. NEILL führt diese bleichende Wirkung der Reinigungsmittel auf Fehler in der Akrylatverarbeitung zurück. Weiterhin kann eine Bleichung des Kunststoffes nach seiner Ansicht auf das Vorhandensein von Chemikalien, wie z. B. das häufige Lutschen von Pfefferminzpastillen, zurückzuführen sein.

Die Untersuchungen von NEILL zeigten ferner, dass alkalische Peroxyde, die mit Wasser eine alkalische Lösung von Wasserstoffperoxyd bilden und mit Sauerstoffbildnern wie Natriumperborat oder -perkarbonat versetzt sind, welche naszierenden Sauerstoff entwickeln, für das Prothesenmaterial wenig oder gar nicht schädlich sind.

Fasst man die bisher durchgeführten Untersuchungen zusammen, so ist es auffallend, dass keine eindeutigen Aussagen über das Verhalten von selbsttätig wirkenden Prothesenreinigungsmitteln gegenüber den Prothesen-

kunststoffen gemacht werden konnten, die vom
werkstofflichen Gesichtspunkt eine Schädigung
des Prothesenmaterials bewiesen.

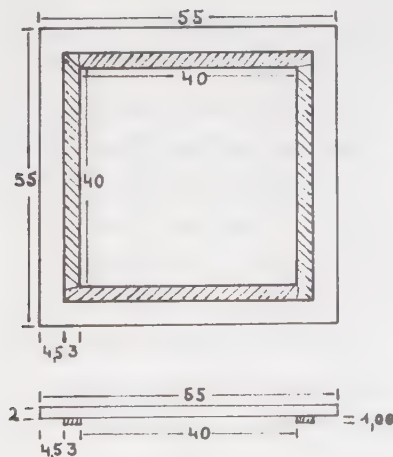
III. Eigene Untersuchungen

A. Material und Methodik

1) Herstellung der Prüfkörperform

Um hochglanzpolierte, gleichmässige und massgetreue Prüfkörper herzustellen, wurde folgendes Verfahren gewählt:

Es wurde eine Stahlform angefertigt, in der die Kunststoffprüfkörper polymerisiert werden sollten. Dazu wurden zwei Platten aus hochglanzpoliertem 2 mm starkem Stahlblech mit den Massen 55 x 55 mm hergestellt. Auf diese Platten wurden dann zwei quadratische Rahmen mit dem Innenmass 40 x 40 mm und einer Höhe von 1 mm aufgelötet. Da diese Rahmen eine Breite von 3 mm aufwiesen, standen die beiden Stahlplatten auf jeder Seite noch 4,5 mm über den Rahmen hinaus.



Konstruktionszeichnung der Metallplatten zur Herstellung massgetreuer Prüfkörper

Die so hergestellten Metallplatten zur Fertigung massgetreuer Prüfkörper wurden mit Gips in Küvetten fixiert, dass zwischen den beiden Platten ein Hohlraum entstand, der die Höhe der Prüfkörper wiedergab. Hierbei erwies sich der überstehende Teil der Stahlplatten von 4,5 mm zur sicheren Fixierung dieser beiden Metallplatten als günstig (Abb. 1). Durch diese Stahlform erhielten die Prüfkörper ein Mass von 40 x 40 x 2 mm.

2) Herstellung der Prüfkörper

Es wurden Prüfkörper aus PALADON 65 und PALADUR (Wz. Fa. Kulzer) hergestellt.

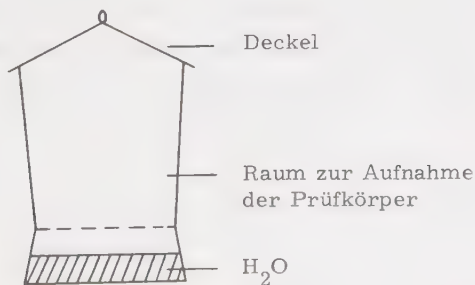
Bei der Herstellung der Prüfkörper aus PALADON 65 wurden die Flüssigkeit mit der Charge Nr. 710 und das Pulver Nr. 952 verwendet. Der Kunststoff wurde nach der Gebrauchsanweisung mit 3,5 Volumenteile Pulver zu 1 Volumenteil Flüssigkeit in einem Glasgefäss angemischt. Die Mengen wurden in den von der Firma Kulzer hergestellten Messbechern abgemessen. Nach einer Anquellzeit von 3 Min. bei verschlossenem Anrührgefäss wurde der Kunststoff gestopft und unter einer Öldruckpresse (Firma Reco Dental) gepresst. (Abb. 2) Die Zeit bis zum endgültigen Formenschluss betrug 10 Min., um ein gleichmässiges Fliessen des Heisspolymerisates zu gewährleisten. Der Pressdruck von 3 t während der Dauer von 10 Min. wurde ebenfalls exakt eingehalten. Dann wurden die Küvetten in einem Wasserbad langsam auf die Temperatur von 70⁰C aufgeheizt und bei dieser Temperatur 30 Min. belassen. Danach wurde die Temperatur auf 100⁰C erhöht und ebenfalls 30 Min. eingehalten.

Die Polymerisationsdauer betrug also insgesamt 60 Min. Nach dem Abkühlen der Küvette an der Luft auf Zimmertemperatur konnte der Prüfkörper entnommen werden.

Bei der Herstellung der Prüfkörper aus PALADUR kamen die Flüssigkeit mit der Charge Nr. 996 und das Pulver mit der Nummer 2985 zur Verwendung. Mit Hilfe der vorgegebenen Messbecher wurden Pulver und Flüssigkeit in einem Einstreuverhältnis von 5 : 2 gemischt und in einem Glasgefäß angeteigt. Dieses Mischungsverhältnis entsprach ebenfalls den in der Gebrauchsanweisung angegebenen Mengen. Unter der Öldruckpresse wurde dann der Kunststoff wiederum bei einem Druck von 3t gepresst. Fünf Minuten nach dem Zusammengeben von Pulver und Flüssigkeit war der endgültige Formenschluss erreicht. Während der Polymerisationsdauer von 15 Min. wurden die Küvetten unter dem oben angegebenen Druck belassen.

3) Lagerung der Prüfkörper

Die so gewonnenen Prüfkörper wurden anschliessend in einer feuchten Kammer gelagert. Es wurde darauf geachtet, dass sich die Kunststoffplatten bei der Lagerung nicht berührten. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug in der Kammer $98 \pm 1 \%$. Die Lagertemperatur entsprach der Zimmertemperatur und betrug $23 \pm 1^\circ \text{C}$.



4) Dauerversuchsanordnung

a. Vorbereitung der Prüfkörper

Die einzelnen Kunststoffplatten wurden mit einer Säge in einzelne Streifen von 5 mm Breite zersägt. Die Länge von 40 mm blieb erhalten. Um eine unnötige Erhitzung des Kunststoffes zu vermeiden, die eine Veränderung der Materialstruktur und somit keine exakt auswertbaren Ergebnisse bedingt hätte, wurden die Kunststoffplatten von Hand zersägt. Anschliessend wurden die Unebenheiten der Schnittfläche mit Hilfe von Sandpapier beseitigt und die vorgeschriebene Masse mit einer Schieblehre kontrolliert.

Die so vorbereiteten Prüfkörper wurden dann mit einem Rosenbohrer gekennzeichnet, dass immer die zu einer Kunststoffplatte gehörigen Prüfkörperstreifen ein bestimmtes Zeichen erhielten.

b. Volumenmessung der Prüfkörper

Vor Beginn des Dauerversuches wurden die Volumina der Prüfkörper bestimmt. Dies geschah nach dem Archimedischen-Prinzip.

Zunächst wurde das Gewicht in Luft der Prüfkörper mit einer Analysenwaage (Messgenauigkeit $\pm 0,0001$ g) bestimmt. (Abb. 3) Dann wurden die Prüfkörper in destilliertes Wasser (spez. Gewicht 1,0) vollständig am Galgen hängend eingetaucht und wieder gewogen. Aus dem Gewicht in Luft und dem Auftriebsgewicht liess sich dann das tatsächliche Volumen der Prüfkörper nach der Formel $G_0 - G_A = V$ errechnen.

G_0 = Gewicht in Luft

G_A = Gewicht in Wasser

c. Durchführung des Dauerversuches

Die vorbereiteten und gewogenen Prüfkörper wurden in Glasgefässe gelegt, die verschiedene Reinigungsmittel enthielten. Es wurde dabei darauf geachtet, dass in einem Glasgefäss Prüfkörper von verschiedenen Kunststoffplatten lagen. Durch diese Aufteilung sollten später Messungenauigkeiten weitgehend ausgeschaltet werden, die sich bei eventuellen Materialfehlern einer Kunststoffplatte und deren Verwendung für nur ein Reinigungsmittel ergeben hätten.

Jedes der Glasgefässe wurde mit einem Rührwerk versehen. Diese Rührwerke liessen sich über Riemenscheiben von einem Elektromotor treiben (Abb. 4). Die Umdrehungszahl des Motors war so eingestellt, dass die Prüfkörper gleichmässig und laminar umströmt wurden.

Die gesamte Einwirkungszeit der Reinigungsmittel auf die Prüfkörper sollte 3 Wochen, d. h. rund 260 Stunden betragen. Dabei lag folgende Überlegung zugrunde:

Die in der Einleitung erwähnten Beanstandungen am Prothesenmaterial traten nach etwa 1/2 Jahr auf. Diese Zeit galt es auf eine vertretbare Versuchsdauer zu raffen, um einmal unkontrollierbare Einwirkungen auszuschalten und zum anderen eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Die Lösungen wurden dieser Überlegung folgend jeweils nach 12 Stunden Einwirkungszeit gewechselt; damit ist bereits der Faktor 2 in der Raffung erzielt.

Weiterhin wurde die Konzentration der Lösungen gegenüber den Angaben der Hersteller verdoppelt. Es darf hierdurch

angenommen werden, dass die evtl. nachteiligen Einwirkungen auf das Prothesenmaterial in gleicher Weise verdoppelt werden. Schliesslich kann die ständige Umspülung eine weitere Verkürzung der Versuchszeit rechtfertigen, da Konzentrationsunterschiede von der Prothesenoberfläche zum Lösungsvolumen und dadurch bedingte verlangsamte Einwirkung vermieden werden. Eine um den Faktor 1, 2 liegende Raffung erscheint daher eine gerechtfertigte Annahme.

Insgesamt ist eine Raffung um den Faktor 5 anzusetzen, d.h. ein Äquivalent von 1300 Stunden beim Patientenkreis. Unterstellt man, dass die Reinigung der Prothesen mit den selbsttätig wirkenden Reinigungsmitteln während der Nacht erfolgt und setzt man die dem mittleren Schlafbedürfnis Erwachsener entsprechende Zeit von 7 Stunden an, so ergeben diese 1300 Stunden 185 tägliche Reinigungsvorgänge.

5) Bestimmung der Volumenkonstanz

Nach Beendigung des Dauerversuches wurden die Prüfkörper erneut einer Wägung und Volumenmessung unterzogen. Diese geschah nach dem gleichen Prinzip wie unter 4) b. beschrieben.

Nach der Messung wurden diese Werte mit den vor Beginn des Dauerversuches errechneten verglichen und die prozentuale Abweichung errechnet.

6) Bestimmung der Oberflächenhärte

Die Messung der Oberflächenhärte der Kunststoffprüfkörper wurde mit dem "Sklerograf" (Fa. Roell + Korthaus KG) vorgenommen (Abb. 5). Bei diesem Gerät fällt ein Metallstempel, in dessen Spitze eine Stahlkugel eingelassen ist, auf den zu prüfenden Körper senkrecht aus einer genormten Höhe herab. Beim Aufprall auf die Oberfläche des Prüfobjektes geht ein Teil der kinetischen Energie durch Verformung des Objektes, das auf einem Masseblock aus Stahl liegt, verloren. Beim Rückprall des Stempels wird demnach nicht mehr die Ausgangsfällhöhe erreicht. Da der Energieverlust von der Härte der einzelnen Prüfobjekte abhängt, ist auch die Rückprallhöhe für jedes Material verschieden und daher als Mass für die Oberflächenhärte heranzuziehen.

Zunächst wurden die unbehandelten Vergleichsprüfkörper der Messung unterzogen. Hierbei wurden pro Prüfkörper jeweils 10 Werte ermittelt, aus denen dann der Mittelwert errechnet wurde. Insgesamt wurden 10 Prüfkörper auf ihre Oberflächenhärte hin untersucht. Aus dem Mittel ihrer Mittelwerte ergab sich dann der "Normwert" für jeweils eine Kunststoffart.

Sodann wurden die mit den selbsttätigen Prothesenreinigungsmitteln behandelten Prüfkörper der Oberflächenhärtemessung unterworfen. Auch hier wurden pro Prüfkörper 10 Messungen vorgenommen, aus denen dann der Mittelwert errechnet wurde. In den einzelnen Gefässen mit den Reinigungsmitteln befanden sich jeweils 10 Prüfkörper, von deren Mittelwerten wiederum ein Mittel errechnet wurde. Hieraus konnte dann schliesslich im Vergleich mit dem

"Normwert" der unbehandelten Prüfkörper die prozentuale Abweichung von diesem Wert bestimmt werden.

7) Bestimmung der Biegefestigkeit

Auch hier wurden zunächst die unbehandelten Prüfkörper zur Festlegung des Vergleichwertes durchgemessen. Anschliessend erfolgte dann die Messung der behandelten Kunststoffkörper und die Bestimmung der prozentualen Abweichung von dem Ausgangswert.

Die Messung zur Bestimmung der Biegefestigkeit wurde mit dem Dynstat-Gerät (Fa. Franck) vorgenommen (Abb. 6). Dazu wurden die Prüfkörper in die Spannvorrichtung eingespannt und kontinuierlich bis zum Bruch belastet. Die Belastung wurde bei den Messungen mit 50 kgcm/Min. gesteigert. Um einen kontinuierlichen Belastungsanstieg zu erreichen, wurde dieser nicht mit der Hand durchgeführt, sondern mit Hilfe eines vibrationsfreien Elektromotors, bei dem der Belastungsanstieg von 50 kgcm/Min. exakt eingestellt werden konnte. Auf der Geräteskala wurde dann nach dem Bruch des Prüfkörpers das Biegemoment in kgcm abgelesen.

Die Biegefestigkeit wurde dann nach folgender Formel berechnet:

$$s_b = \frac{M}{W}; \quad W = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

M = Biegemoment in kgcm

W = Widerstandsmoment

b = Breite der Prüfkörper

h = Dicke der Prüfkörper

s_b = Biegefestigkeit in kg/cm^2

8) Bestimmung der Farbkonstanz

Makroskopische Farbvergleiche der Kunststoffkörper, die man an Hand von Farbtabelleu vorgenommen hätte, wären zu ungenau gewesen und hätten keine befriedigenden Ergebnisse erbracht. Daher wurde folgendes Verfahren angewandt:

Kunststoffe werden von Aceton und Chloroform angelöst. Es kommt dabei aber zu keiner vollständigen Auflösung des Kunststoffes, sondern zu einem Herauslösen der Farbstoffe aus der äusseren Schicht des Körpers und einer gleichzeitigen Quellung. Die Kunststoffkörper werden unter dem Einfluss dieser Mittel in ihrer Aussenschicht glasig und nehmen eine gummiähnliche Konsistenz an.

Dieses Phänomen wurde benutzt, um die vergleichenden Messungen der Farbkonstanz der beiden Kunststoffe PALADON 65 und PALADUR durchzuführen. Dazu wurden 10 Bruchstücke - in jedem Reinigungsmittel befanden sich 10 Prüfkörper - von annähernd gleicher Grösse einer Wägung (Analysenwaage) unterzogen und im Verhältnis 1 : 20 mit dem Lösungsmittel angelöst. Um diesen Lösungsvorgang zu beschleunigen, wurde ein Magnetrührwerk (Fa. Colora Messtechnik) benutzt (Abb. 7). Dieser Prozess verlief im Erlenmeyer-Kolben mit eingeschliffenem Glasstopfen, um ein Verdunsten des Lösungsmittels und damit eine Erhöhung der Lösungskonzentration zu vermeiden. In einem Vorversuch zeigte sich, dass Aceton als Lösungsmittel besser geeignet war als Chloroform.

Die so hergestellte Farbstofflösung - bis zur Lösung der Farbstoffe aus den äusseren Schichten der Prüfkörper war ca. 1 Stunde notwendig - wurde in Quarzglasküvetten (Firma Hellma-Küv.) mit eingeschliffenem Teflon-Stopfen - auch

hier zur Vermeidung von Konzentrationsänderungen durch ein Verdunsten des Lösungsmittels - gefüllt und in einem Eppendorf-Photometer (Fa. Netheler + Hinz) die Extinktion gemessen (Filter Hg = 366 nm) (Abb. 8).

Für die Anfertigung der Vergleichslösung genügten 3 Messreihen der unbehandelten Kunststoffprüfkörper, von denen dann der Mittelwert als endgültige Farbstofflösung in einer Quarzküvette versiegelt wurde.

Zur Ermittlung der Farbkonstanz wurden für jedes Reinigungsmittel ebenfalls 3 Messungen durchgeführt, die jeweils mit der versiegelten und somit konstant gehaltenen Vergleichslösung photometrisch verglichen und ausgewertet wurden.

Bei der Auswertung der Messergebnisse wurde nur die Extinktion herangezogen und keine prozentuale Abweichung von der Vergleichslösung errechnet. Die Auswertung wurde ebenfalls tabellarisch und graphisch vorgenommen.

B. Experimenteller Teil

1) Reinigungsmittel

Im weiteren Verlauf der Arbeit sollen die einzelnen im Handel befindlichen Prothesenreinigungsmittel nicht mehr einzeln aufgeführt werden, sondern der Einfachheit halber mit Nummern versehen werden. Dieses Verfahren soll zur besseren Übersicht beitragen, speziell im dritten Teil der Arbeit, nämlich der Besprechung der Versuchsergebnisse.

Nr.	Mittel	Hersteller
1	Leo Dent Reinigungspulver	Leo Werke
2	Leo Dent Reinigungstabletten	
3	Leo Dent Schnellreinigungstabl.	
4	Kemdex aktiv Bad (Tabl.)	Nicholas GmbH
5	Kemdex aktiv Bad (Pulver)	
6	Steradent-Schnellreiniger-Tabl.	Reckitt GmbH
7	Helago dent Schnellbad	Helago Fabrik
8	Helago dent Schnellbad Tabl.	
9	verbesserte Schnellbad Tabl.	
10	Polydont flüssig	J. Hilgers
11	Polydont	
12	Kukident Schnell Reiniger	Kukirolfabrik
13	Kukident Reinigungspulver	
14	Corega Tabs	Block Drugs Comp.
15	Longit	Promonta Fabrik

Diese Reihenfolge ist willkürlich und die Nummern stellen keine Bewertung der einzelnen Reinigungsmittel im voraus dar.

2) Volumenkonstanz

Bei dem Vergleich der Volumina der einzelnen Prüfkörper, die vor und nach dem Dauerversuch bestimmt wurden, stellte sich heraus, dass bei den einzelnen Reinigungsmitteln weder eine einheitliche Volumenzunahme noch -abnahme festzustellen war. So fand man bei den Prüfkörpern eines einzelnen Reinigungsmittels sowohl positive als auch negative Volumenänderungen. Auch bei der Untersuchung eines Kunststoffprüfkörpers, dessen Teile verschiedenen Reinigungsmitteln ausgesetzt worden waren, zeigten sich diese unterschiedlichen Abweichungen.

Diese Abweichungen zu den Werten vor Versuchsbeginn bewegten sich innerhalb einer Grenze von 0,1 - 1 %. Da das Volumen der einzelnen Prüfkörper nur $0,4 \text{ cm}^3$ und die Messgenauigkeit der Analysenwaage $\pm 0,0001 \text{ g}$ betrug, war das hier angewandte Messverfahren zur Bestimmung der Volumenkonstanz nicht ausreichend.

Aus diesem Grunde konnten die Ergebnisse der Volumenkonstanzuntersuchungen nicht zu einem Vergleich herangezogen werden und mussten somit entfallen.

3) Oberflächenhärte

a. Änderung der Oberflächenhärte bei PALADON 65 (Firma Kulzer)

Die Messmethode wurde schon weiter oben unter A. 7) beschrieben.

Als Bezugspunkt der Oberflächenhärte für die Kunststoffprüfkörper aus dem heiss polymerisierenden Kunststoff

wurde eine Vergleichshärte ermittelt, von der dann die Abweichung der Prüfkörper aus dem Dauerversuch bestimmt werden konnte. Es ergab sich bei den Messungen mit dem Sklerografen eine "Normhärte" von $\Sigma_h = 57,27$.

Bei den mit den verschiedenen Prothesenreinigungsmitteln im Dauerversuch belasteten Kunststoffkörpern ergaben sich Abweichungen von der festgelegten Vergleichshärte in Form eines Härteabfalls. Diese Verminderungen der Oberflächenhärte waren bei den einzelnen Prothesenreinigungsmitteln verschieden gross. Die geringste Änderung der Oberflächenhärte betrug - 5,5 %, die grösste - 11,6 %, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist.

Tabelle I

Änderung der Oberflächenhärte bei PALADON 65

Reinigungsmittel	Oberflächenhärte Σ_h	Abweichung in %
1	52,34	- 8,61
2	52,40	- 8,45
3	52,01	- 9,20
4	50,63	- 11,59
5	53,11	- 7,26
6	54,14	- 5,47
7	52,54	- 8,25
8	51,62	- 9,85
9	52,12	- 9,00
10	51,23	- 10,52
11	51,34	- 10,35
12	52,31	- 8,66
13	51,91	- 9,37
14	51,54	- 10,00
15	52,40	- 8,45

b. Änderung der Oberflächenhärte bei PALADUR (Firma Kulzer)

Auch hier wurde als Vergleichswert die "Normhärte" für die Prüfkörper aus kalt polymerisierendem Kunststoff ermittelt. Er betrug $\Sigma_h = 55,5$. Der anschliessende Vergleich mit den behandelten Prüfkörpern ergab eine Abweichung von der Normhärte zwischen rund - 5,9 % und - 9,0 %. Die Einzelwerte sind aus der Tabelle II zu entnehmen.

Tabelle II

Änderung der Oberflächenhärte bei PALADUR

Reinigungsmittel	Oberflächenhärte Σ_h	Abweichung i. %
1	52,12	- 6,26
2	50,60	- 9,00
3	50,94	- 8,37
4	51,12	- 8,06
5	50,82	- 8,60
6	50,72	- 8,78
7	51,76	- 6,90
8	51,68	- 7,08
9	52,00	- 6,47
10	52,30	- 5,93
11	52,00	- 6,47
12	51,54	- 7,30
13	50,64	- 8,90
14	50,70	- 8,80
15	51,67	- 7,10

Ergänzend zu diesen Tabellen und um eine bessere Übersicht zu gewinnen, wurden die prozentualen Abweichungen gegenüber dem Anfangswert graphisch aufgetragen. Dabei wurden auf der Abszisse die einzelnen Prothesenreinigungsmittel von 1 bis 15 aufgetragen. Die Ordinate gibt die negativen prozentualen Abweichungen. (Abb. 9 + 10)

Um die Messfehler bei diesen Messungen weitgehend auszuschalten, wurden pro Reinigungsmittel 10 verschiedene Prüfkörper gewählt und diese jeweils 10 mal durchgemessen. Aus diesen sich so ergebenden 100 Messwerten wurde dann ein Mittelwert errechnet, der einen relativ konstanten Vergleichswert darstellt, da extrem aus der Messung fallende Werte, sog. Ausreisser, aufgrund der hohen Zahl der durchgeführten Messungen nicht ins Gewicht fallen.

4) Biegefestigkeit

Wie bei der Messung der Oberflächenhärte wurde auch hier zunächst mittels der unbehandelten Kunststoffvergleichsprüfkörper der "Normwert" für die Biegefestigkeit bestimmt. Es wurden auch hierbei 10 verschiedene Prüfkörper gemessen, aus denen dann der Mittelwert Σ_b errechnet wurde. Ebenso wie bei der Oberflächenhärte wurden die "Normwerte" der Prüfkörper aus dem Heisspolymerisat PALADON 65 und dem Kaltpolymerisat PALADUR ermittelt.

a. Änderung der Biegefestigkeit bei PALADON 65 (Fa. Kulzer)

Als "Normwert" für die Biegefestigkeit ergab sich $\Sigma_b = 1462,2 \text{ kg/cm}^2$. Die im Dauerversuch belasteten Kunststoffprüfkörper zeigten unterschiedliche Abweichungen in der Belastbarkeit der Kunststoffe von diesem Ausgangsbezugswert.

Es stellte sich dabei heraus, dass die Biegefestigkeit nach der Einwirkung der Reinigungsmittel zwischen 15,7 % und 58,2 % nachliess. Die Werte für die einzelnen Reinigungsmittel sind aus der Tabelle III ersichtlich.

Tabelle III

Änderung der Biegefestigkeit bei PALADON 65

Reinigungsmittel	Biegefestigkeit Σ_b	Abweichung in %
1	1140,4	- 22,0
2	1164,0	- 20,4
3	1202,9	- 17,9
4	1229,9	- 15,9
5	1136,7	- 22,3
6	1154,4	- 21,0
7	1162,2	- 20,5
8	1096,9	- 25,2
9	1103,6	- 24,5
10	1234,4	- 15,7
11	1051,0	- 28,4
12	1089,5	- 25,5
13	610,5	- 58,2
14	1104,2	- 24,5
15	1126,5	- 23,0

b. Änderung der Biegefestigkeit bei PALADUR (Fa. Kulzer)

Der hier ermittelte Anfangswert lag wesentlich niedriger als bei PALADON 65. Er errechnet sich zu $\Sigma_b = 905,95 \text{ kg/cm}^2$.

Bei der Auswertung der behandelten Prüfkörper - 10 Stck. pro Reinigungsmittel - ergab sich ein Absinken der Biegefestigkeit vom Bezugswert zwischen 6,3 % und 35,8 %.

Auch hier sind die genauen Werte für die einzelnen Reinigungsmittel aus der Tabelle IV zu ersehen.

Tabelle IV

Änderung der Biegefestigkeit bei PALADUR

Reinigungsmittel	Biegefestigkeit Σ_b	Abweichung in %
1	744,3	- 17,8
2	784,3	- 13,4
3	810,5	- 10,5
4	676,5	- 25,4
5	683,7	- 24,6
6	751,8	- 17,0
7	810,7	- 10,5
8	738,0	- 18,5
9	751,8	- 17,0
10	696,4	- 23,1
11	848,5	- 6,3
12	581,7	- 35,8
13	584,5	- 35,5
14	724,4	- 20,0
15	756,4	- 16,5

Auch bei der Bestimmung der Biegefestigkeit wurde zur besseren Übersicht eine graphische Darstellung der ermittelten negativen Abweichungen von den Anfangswerten angefertigt. Auf der Abszisse wurden wiederum die einzelnen Reinigungsmittel von 1 bis 15 aufgetragen, auf der

Ordinate die negativen Abweichungen in Prozenten.

(Abb. 11 + 12)

Bei den Messungen der Biegefestigkeit wurden für jedes Reinigungsmittel jeweils 10 Prüfkörper durchgemessen. Aus diesen Messwerten wurde dann der Mittelwert Σb in kg/cm^2 ermittelt. Eine weitgehende Ausschaltung von Messfehlern konnte dadurch erreicht werden, dass die Messungen immer unter gleichen Bedingungen erfolgten (konstante Raumtemperatur, konstante Luftfeuchtigkeit, kontinuierliche Belastung der Prüfkörper bis zum Bruch mit Hilfe eines vibrationsfreien Elektromotors, konstanter Belastungsanstieg von 50 kgcm/Min.). Weiterhin wurden die Messungen sofort nach Abschluss des Dauerversuches vorgenommen, so dass eine Verfälschung der Werte durch überlange und unsachgemässe Lagerung der Prüfkörper auszuschliessen ist.

5) Farbkonstanz

Die Methodik der Untersuchungen der Farbkonstanz wurde schon in dem dafür bestimmten Teil der Arbeit genau beschrieben (A. 8).

Ebenso wie bei den Messungen der Oberflächenhärte und der Biegefestigkeit wurde zunächst auch hier ein Ausgangswert für die späteren vergleichenden Messungen aus den unbehandelten Kunststoffkörpern ermittelt.

a. Änderung der Farbkonstanz bei PALADON 65 (Fa. Kulzer)

Bei der Durchführung dieser Messungen wurde kein bestimmter "Normwert" wie bei den vorausgegangenen Untersuchungen festgelegt. Es wurden lediglich die Aceton-Farbstoff-Lösungen der einzelnen Reinigungsmittel mit der versiegelten Vergleichs-

lösung aus den unbehandelten Prüfkörpern verglichen und die Extinktion gemessen. Die Vergleichslösung diente dabei nur der Eichung des Eppendorf-Photometers.

Schon bei der Durchführung der Messungen stellte sich heraus, dass die Farbkonstanz des Heisspolymerisates PALADON 65 nach dem Einwirken der Reinigungsmittel nachliess. Eine verminderte Extinktion zwischen 4, 3 und 13, 5 war zu beobachten. Die Werte für die einzelnen Reinigungsmittel sind aus der nachfolgenden Tabelle V ersichtlich.

Tabelle V

Änderung der Farbkonstanz bei PALADON 65

Reinigungsmittel	Extinktion
1	+ 9, 0
2	+ 11, 2
3	+ 4, 3
4	+ 13, 2
5	+ 13, 5
6	+ 10, 2
7	+ 8, 7
8	+ 10, 0
9	+ 9, 0
10	+ 11, 0
11	+ 11, 7
12	+ 12, 5
13	+ 12, 2
14	+ 7, 0
15	+ 9, 7

b. Änderung der Farbkonzanz bei PALADUR
(Fa. Kulzer)

Die Bedingungen der Messungen waren für das Kaltpolymerisat die gleichen wie für das Heisspolymerisat.

Bei der Durchführung der Vergleichsmessungen zeigte es sich, dass die Extinktion grösser war als die der Vergleichslösung. Das bedeutet, dass der untersuchte Kunststoff PALADUR unter der Einwirkung der Reinigungsmittel nicht ausgebleicht worden war, sondern seine Farbe vertieft hatte. Dies war auch schon makroskopisch bei einem groben Farbvergleich zu erkennen. Die Vergleichsprüfkörper besaßen nicht mehr ihre ursprüngliche rosa-rote Farbe, sondern hatten einen Farbumschlag ins Orange-Rote bekommen. Eine Ausnahme bildete das Reinigungsmittel Nr. 6. Hier wurde auch schon makroskopisch ein deutlicher Farbverlust der Prüfkörper festgestellt.

Insgesamt ergab sich eine Zunahme der Extinktion für PALADUR zwischen 0 und 17,0. Die näheren Werte sind aus der Tabelle VI ersichtlich.

Tabelle VI

Änderung der Farbkonzanz bei PALADUR

Reinigungsmittel	Extinktion
1	- 11,7
2	- 4,0
3	- 12,8
4	- 3,2
5	+ 0
6	+ 15,6
7	- 5,0
8	- 2,5
9	- 4,5
10	- 6,3
11	- 9,2
12	- 7,7
13	- 10,8
14	- 17,0
15	- 12,3

Auch bei den Messungen der Farbkonzanz wurde versucht, Messfehler weitgehend auszuschalten. Dies geschah dadurch, dass einmal das Lösungsmittel Aceton immer in dem gleichen Verhältnis 1 : 20 zu den Kunststoffkörpern hinzugegeben und der Lösungsvorgang von 1 Stunde - Stoppuhrkontrolle - eingehalten wurde und dass zum anderen nach Beendigung des Lösungsvorganges die Farbstofflösung sofort dekantiert wurde. Dadurch sollte vermieden werden, dass während der Extinktionsmessung der Farbstofflösung

sich die Konzentration der anderen Lösung durch den Verbleib der Kunststoffteile erhöhte und damit das Messergebnis verfälschte. Diese Massnahme war notwendig, wie es sich in einem Vorversuch herausgestellt hatte.

Zur besseren Übersicht wurde auch hier für die Untersuchungen der Farbkonstanz eine graphische Darstellung der ermittelten Abweichungen vom Vergleichsmedium angefertigt. Auf der Abszisse wurden wiederum die einzelnen Reinigungsmittel von 1 bis 15 aufgetragen, auf der Ordinate die gemessene vermehrte bzw. verminderte Extinktion (Abb. 13 + 14).

IV. Besprechung der Versuchsergebnisse

1. Oberflächenhärte

Alle Reinigungsmittel haben die Oberflächenhärte mehr oder minder stark verringert. Diese Verminderung ist nicht aus lytischen Prozessen zu deuten, weil sowohl bei 40-facher Vergrößerung im Auflichtmikroskop keine Veränderungen der Oberfläche erkennbar waren als auch die nach jedem Wechsel der Reinigungsbäder vorgenommene Filtrierung keinerlei Rückstände im Filtrat zeigte.

Bei drei Reinigungsmitteln war ein Nachlassen der Oberflächenhärte von über 10 % festzustellen. Die übrigen Mittel zeigten nur Änderungen zwischen 5,5 % und 10 %. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, dass ein Abfall der Oberflächenhärte von über 10 % nur bei den aus dem Heisspolymerisat PALADON 65 hergestellten Prüfkörpern zu beobachten war. Die Kunststoffkörper aus PALADUR ergaben im Gegensatz dazu bessere Werte.

Stellt man nun einen Vergleich zwischen den beiden Kunststoffarten PALADON 65 und PALADUR an, die ja für die Herstellung von herausnehmbarem Zahnersatz in Deutschland meistens verwendet werden, so kommt man hier zu einem recht interessanten Ergebnis. Von den 15 untersuchten Reinigungsmitteln war ein stärkeres Nachlassen der Oberflächenhärte bei PALADON 65 in 67 % der Fälle zu beobachten. Das bedeutet also, dass sich das Kaltpolymerisat PALADUR - unter Druck polymerisiert - gegenüber der Einwirkung von

Prothesenreinigungsmitteln indifferenter verhält als PALADON 65. Aus der Kurve der Häufigkeitsverteilung ist dies deutlich ersichtlich. (Abb. 15)

Dieses Ergebnis lässt nun die Schlussfolgerung zu, dass sich das Kaltpolymerisat PALADUR für die Herstellung von Prothesen besser eignen würde, da dieser Kunststoff auch nach längerer Pflege mit den handelsüblichen Reinigungsmitteln ein geringeres Nachlassen der Oberflächenhärte zeigt. In diesem Zusammenhang taucht aber sofort die Frage auf, ob auch die physikalischen Eigenschaften und die Beständigkeit dieses Kunststoffes im Mundmilieu ausreichen würden, um die Herstellung der Prothesen aus PALADUR generell zu rechtfertigen. Eine Untersuchung dieser Fragen geht aber an dem dieser Arbeit gestellten Thema vorbei und dürfte das Thema einer weiteren wissenschaftlichen Untersuchung sein.

2. Biegefestigkeit

Auch bei den Untersuchungen der Biegefestigkeit zeigten sich wie bei denen der Oberflächenhärte für alle Reinigungsmittel ein mehr oder minder grosses Nachlassen der Belastbarkeit der Kunststoffprüfkörper. Auch hier können Materialfehler, die bei der Herstellung der Prüfkörper hätten auftreten können und sich durch die Einwirkung der Reinigungsmittel evtl. verstärkt hätten, ausgeschaltet werden. Durch die schon im methodischen Teil der Arbeit beschriebene Aufteilung der Prüfkörper auf die einzelnen Mittel wurde dieser Faktor weitgehend ausgeschaltet. Falls dennoch

bei den Messungen einzelne Werte von den relativ gleichbleibenden Messergebnissen abgewichen sind, wurden diese nicht zur Berechnung der Endergebnisse herangezogen.

Bei der Auswertung der Messergebnisse ergab sich nun für den Kunststoff PALADON 65 ein Nachlassen der Biegefestigkeit von $20 \% \pm 5 \%$. Interessant ist, dass ein Mittel einen Abfall von mehr als 55% gegenüber dem Anfangsbezugswert aufwies. Die Frage war nun, ob es sich hierbei um einen Mess- oder Materialfehler gehandelt hat. Deswegen wurde nochmals ein Dauerversuch mit diesem Reinigungsmittel durchgeführt. Aber auch hier zeigt sich eine prozentuale Abweichung von der gleichen Grösse mit einer Streuung von $\pm 0,1 \%$. Dies in der Wiederholung bestätigte Resultat schaltet die Vermutung eines Messfehlers somit aus.

Für den kalt polymerisierenden Kunststoff PALADUR lagen die Werte für das Nachlassen der Biegefestigkeit bei 25% . Zwei Mittel fielen auch hier von den Ergebnissen ab und zeigten eine Änderung bis zu rund 36% . Da es sich bei einem der beiden Mittel um das Parallelresultat gegenüber PALADON 65 handelt, können Messfehler in Anlehnung der oben genannten Wiederholungsprüfung ausgeschlossen werden.

Unter den untersuchten Reinigungsmitteln befanden sich einige, die als Schnell-Reiniger bezeichnet werden und ihre reinigende Wirkung mit Sauerstoff innerhalb von kurzer Zeit entwickeln. Es erhebt sich nun die Frage,

ob dieser Sauerstoff einen Einfluss auf das Gefüge des Kunststoffes ausübt und somit die Biegefestigkeit stärker herabsetzt. Vergleicht man die Werte der Reinigungsmittel 3, 5, 6, 8, 9, 12 und 14 - dies sind die Schnellreiniger - mit denen der anderen Mittel sowohl für PALADON 65 als auch für PALADUR, so findet man eine breite Streuung der Werte über die gesamte Werteskala und keine Häufung in einem speziellen Bereich. Es treten bei den Schnellreinigern sowohl grosse als auch kleine Abweichungen gleichermassen wie bei den anderen Reinigungsmitteln auf. Es kann also aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kein Zusammenhang zwischen sauerstoffhaltigen Reinigungsmitteln und einem Nachlassen der Biegefestigkeit bewiesen werden.

Ähnlich wie bei der Oberflächenhärte muss auch in der Frage der Biegefestigkeit nach Gemeinsamkeiten und Unterschieden bei den geprüften Kunststoffen PALADON 65 und PALADUR gefragt werden. Hier kristallisierte sich ein ebenso klares Ergebnis wie beim Oberflächenhärtevergleich heraus, das auf eine eventuelle Indifferenz des Kaltpolymerisates gegenüber den Reinigungsmitteln schliessen lässt. In diesem Fall lagen nämlich 60 % der Mittel in ihrer Abweichung von den Vergleichswerten besser als das Heisspolymerisat. Stellt man auch hier die Häufigkeitsverteilungskurve auf, so wird das Ergebnis besonders deutlich (Abb. 16).

Auf der anderen Seite muss aber wiederum bedacht werden, dass die "Normbiegefestigkeit" des Kaltpolymerisates um rund 26 % niedriger liegt als die des Heisspoly-

Belastungen, wie sie bei jeder funktionstüchtigen Prothese auftreten, als ein Zahnersatz aus PALADON 65 stand. Es ist daraus noch nicht der Schluss gerechtfertigt, dass ein Zahnersatz aus PALADUR, der mit den Prothesenreinigungsmitteln regelmässig gepflegt wird, nicht so reparaturanfällig ist wie einer aus PALADON 65, obwohl hier nach 1/2 Jahr bei 60 % der Reinigungsmittel ein stärkeres Nachlassen der Belastbarkeit des Kunststoffes zu beobachten ist.

Der Versuch, das Nachlassen der Oberflächenhärte und der Biegefestigkeit in Beziehung zu setzen, schlug fehl. Die Ergebnisse zeigten eindeutig, dass keine Korrelation zwischen der Oberflächenhärte und der Biegefestigkeit besteht.

3. Farbkonstanz

Betrachtet man die Ergebnisse der Farbkonstanzuntersuchungen für das Heisspolymerisat PALADON 65, so wird es deutlich, dass schon nach 1/2 Jahr simulierter Reinigungsdauer die Farbe des Kunststoffes nachlässt. Auch hier gab es ein von Reinigungsmittel zu Reinigungsmittel verschiedenes grosses Nachlassen der Farbe. Dabei ist es für den Ausgang der Untersuchungen nicht von Bedeutung, ob nun diese Mittel den Prothesenkunststoff mehr oder weniger entfärben, sondern es genügt die Tatsache, dass der Kunststoff PALADON 65 bei regelmässiger Reinigung mit den selbsttätig wirkenden Reinigungsmitteln, d. h. ohne Verwendung mechanischer Hilfsmittel, im Laufe der Zeit seine Ausgangsfarbe verliert

und heller wird. Dies führt dann später zu den weisslichen Verfärbungen, die von den Patienten als störend angegeben wurden.

Ebenso wie das Heisspolymerisat änderte auch das Kaltpolymerisat PALADUR seine Farbe. Interessant dabei ist aber, dass es unter der Einwirkung der Reinigungsmittel zu keiner Entfärbung des Kunststoffes kam. Es konnte, wie schon angedeutet, ein Farbumschlag ins Orange makroskopisch beobachtet werden. Ausnahmen bildeten die Mittel 5 und 6. Während beim Mittel 5 überhaupt keine Farbänderung zu beobachten war, zeigte hingegen das andere eine deutliche Entfärbung des Kunststoffes, die auch schon makroskopisch festzustellen war. In diesem Zusammenhang bleibt aber die Frage offen, ob bei einer längeren Einwirkungsdauer des betreffenden Reinigungsmittels sich nicht doch noch Farbveränderungen gezeigt hätten. Tatsache ist, dass dies nach der festgelegten Versuchsdauer von 1/2 Jahr nicht zu beobachten war.

Diese beiden konträren Farbverhalten von PALADON 65 und PALADUR gegenüber den Reinigungsmitteln bestätigten auch folgende Beobachtungen in der Praxis, wonach bei Unterfütterungen mit PALADUR von neuen Prothesen, die meist innerhalb weniger Wochen nach der Neueingliederung durchgeführt wurden, bei Nachkontrollen zu einem späteren Zeitpunkt ein deutlicher Unterschied zwischen Heiss- und Kaltpolymerisat in der Farbe zu erkennen war. Die Frage nach dem unterschiedlichen Farbverhalten der beiden Kunststoffarten gegenüber den Reinigungsmitteln konnte bisher noch nicht geklärt werden. Es handelt sich hier wahrscheinlich um komplizierte chemische

Umwandlungsprozesse, deren Untersuchung an dem dieser Arbeit gestellten Thema vorbeiführen und somit späteren wissenschaftlichen Untersuchungen vorbehalten sein dürfte.

V. Zusammenfassung

Es wurden insgesamt 15 selbsttätig wirkende Prothesenreinigungsmittel im Hinblick auf ihren Einfluss auf die Prothesenkunststoffe PALADON 65 und PALADUR untersucht. Dabei wurde das Augenmerk nicht auf die reinigende Wirkung dieser Mittel gelenkt, sondern nur auf eventuelle Änderungen der Kunststoffe in Bezug auf ihre Volumenkonstanz, Oberflächenhärte, Biegefestigkeit und Farbkonstanz. Es stellten sich dabei folgende Ergebnisse heraus:

1. Eine Änderung der Volumina war mittels des angewandten Messverfahrens nicht nachzuweisen.
2. Die Oberflächenhärte nahm nach einer Versuchsdauer von 1/2 Jahr durch die Einwirkung der Reinigungsmittel ab. Ein geringeres Nachlassen wurde bei dem Kaltpolymerisat PALADUR festgestellt.
3. Auch die Biegefestigkeit der Kunststoffe wurde unter der Einwirkung der Prothesenreinigungsmittel geringer. Ebenso wie bei der Oberflächenhärte schnitt auch hier der Kunststoff PALADUR durch seine geringere Ermüdung besser ab.
4. Bei den Farbkonstanzuntersuchungen waren verschiedene Änderungen in der Farbe zu beobachten. So wurde PALADON 65 von den Reinigungsmitteln mehr oder weniger gebleicht, während sich die Farbe des Kunststoffes PALADUR mit 2 Ausnahmen intensivierte und eine Abweichung ins Orange zeigte.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass es zur Zeit noch kein im Handel befindliches Reinigungsmittel gibt, dass sich vollkommen neutral gegenüber den Prothesenkunststoffen verhält und diese nicht in ihren Materialeigenschaften beeinträchtigt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Kaltpolymerisat PALADUR in seinen Materialeigenschaften von den Reinigungsmitteln weniger verändert wird als das Heisspolymerisat PALADON 65.

VI. ANHANG

Abbildungen und graphische Darstellungen

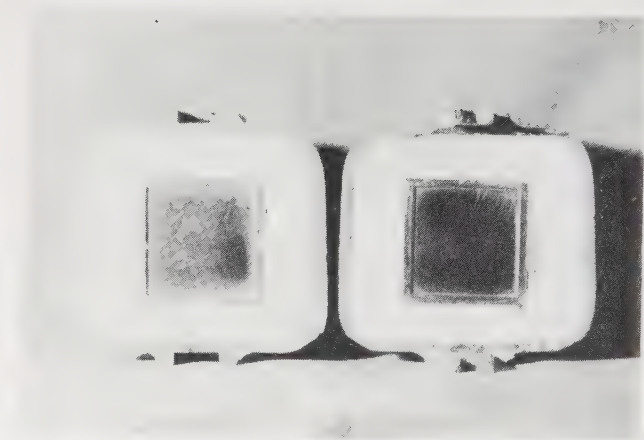
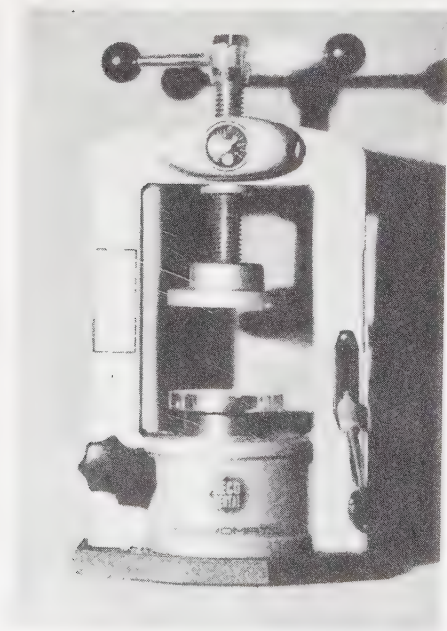


Abb. 1 : Metallplatten zur Herstellung von Prüfkörpern,
in Küvetten fixiert



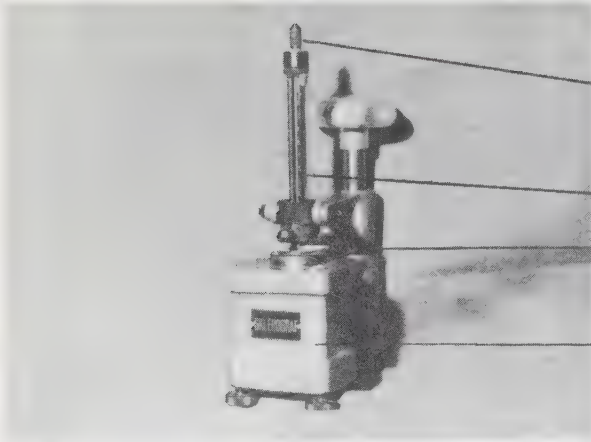


Behälter mit
Aqua dest.

Abb. 3: Analysenwaage mit Galgen



Abb. 4: Rührwerk mit 13 Glasgefäßen.
Zwei Reinigungsmittel liefen in einem gesonderten
Dauerversuch



- Stempel
- Skala
- Prüfkörper
eingespannt
- Masseblock

Abb. 5: Sklerograf

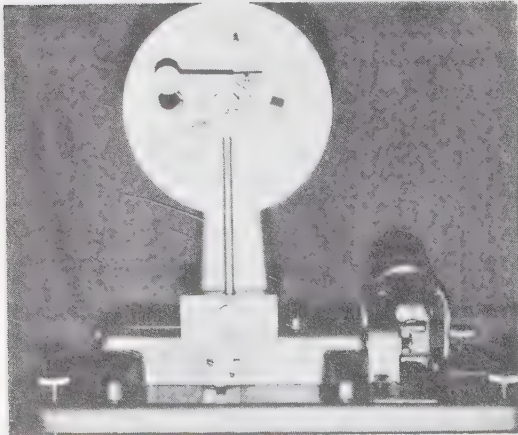


Abb. 6: Dynstat-Gerät
mit Gewicht für 50 kgcm/Min. Biegemoment
Zeigerstellung rechts nach Bruch



Abb. 7: Magnetrührwerk mit Erlenmeyer-Kolben



Abb. 8: Eppendorf-Photometer
in Arbeitsstellung

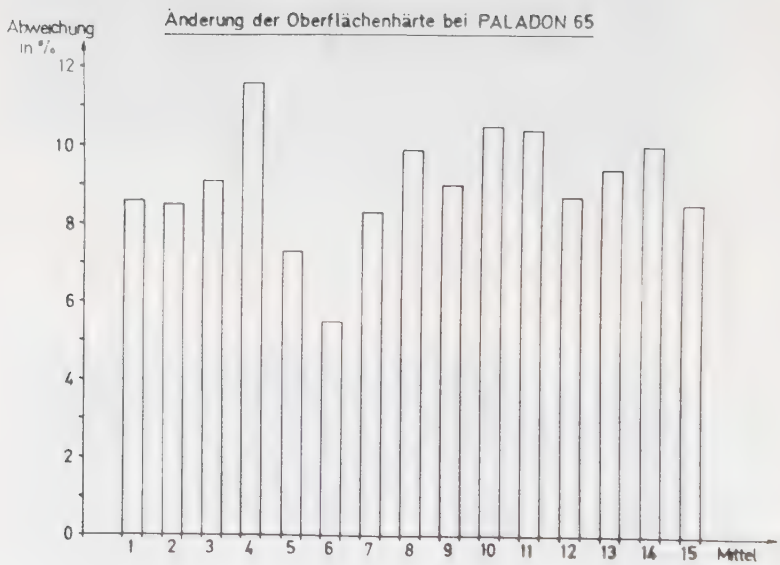


Abb. 9

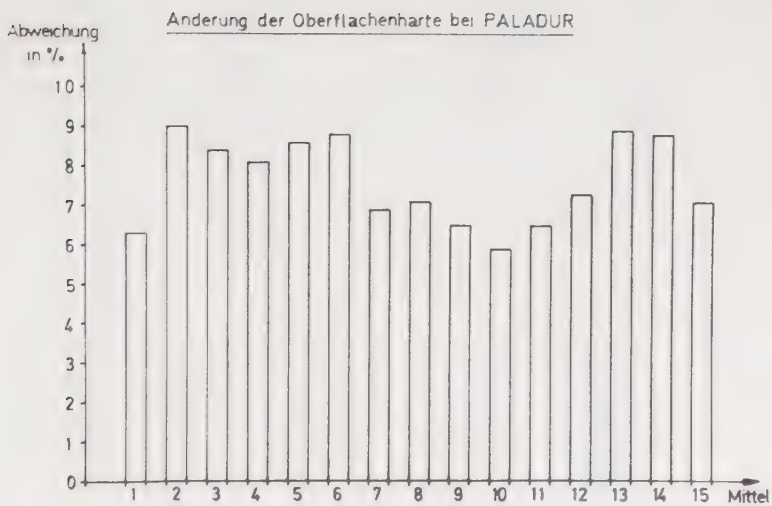


Abb. 10

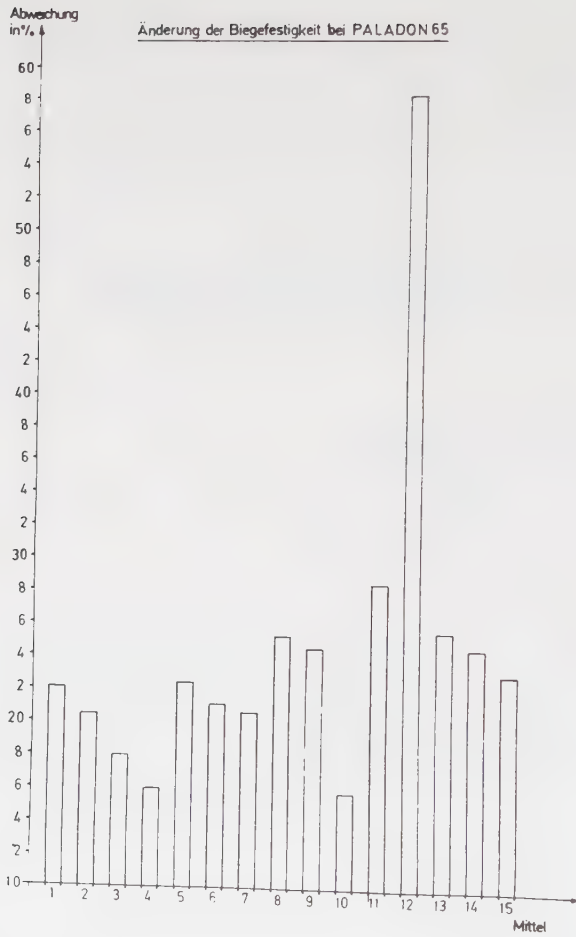


Abb. 11

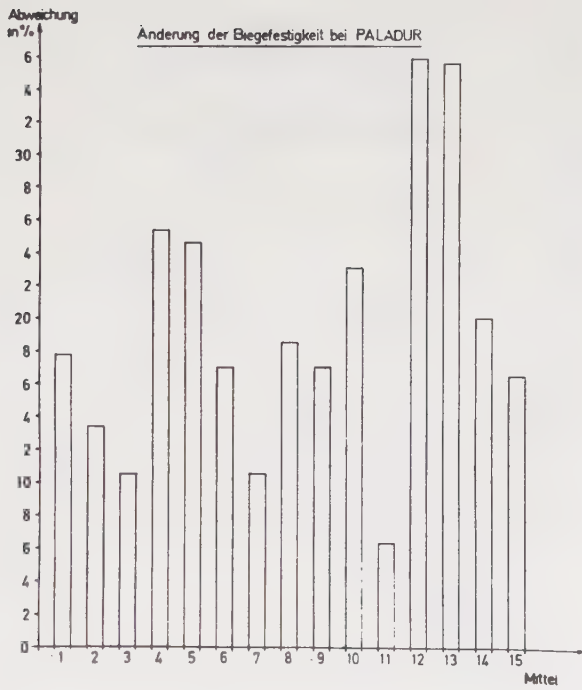


Abb. 12

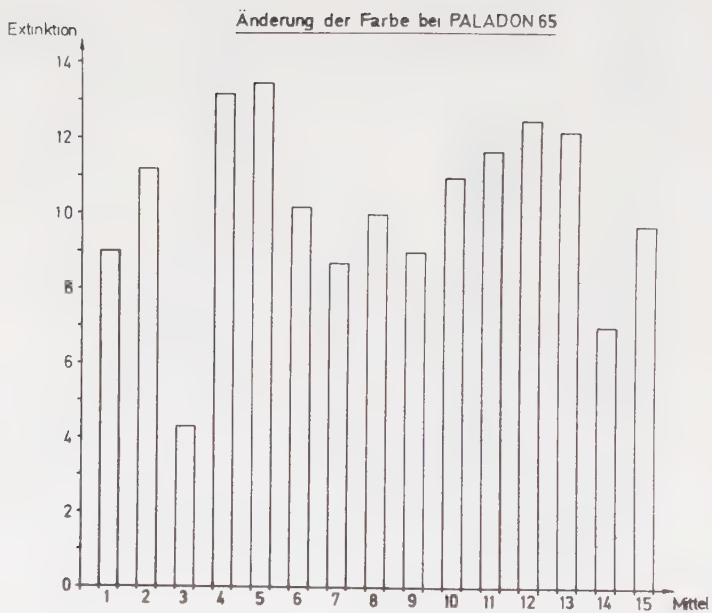


Abb. 13

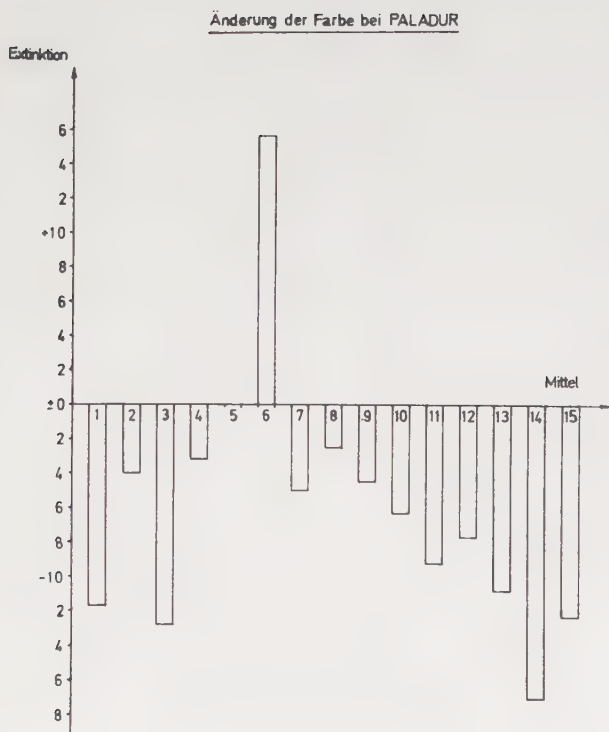
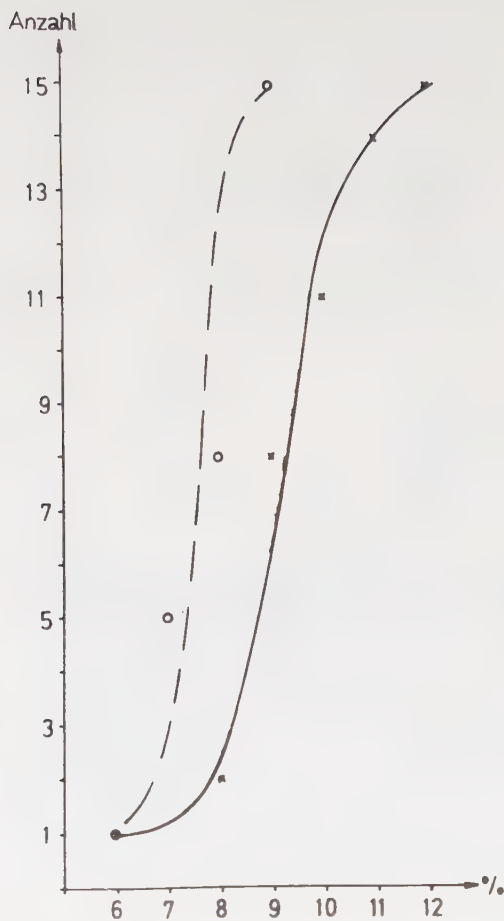


Abb. 14



x — x PALADON 65

o — o PALADUR

Abb. 15

Vergleich zwischen PALADON 65 und PALADUR,
Häufigkeitsverteilungskurve der Oberflächenhärte-
änderungen

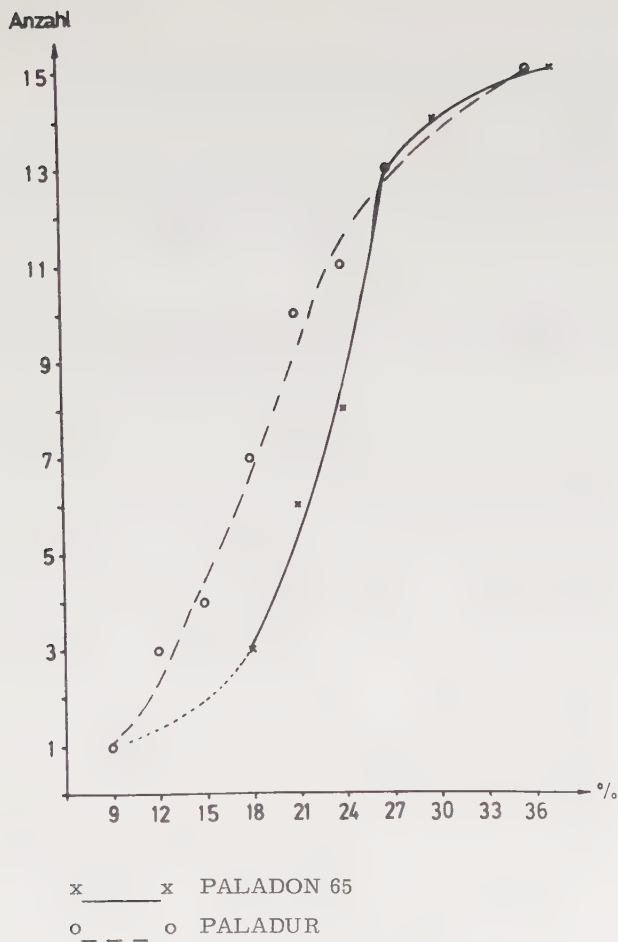


Abb. 16

Vergleich zwischen PALADON 65 und PALADUR,
Häufigkeitsverteilungskurve der Biegefestigkeits-
änderungen

VII. Schrifttum

1. BÖTTGER, H. Prothesenhygiene
Dtsch. zahnärztl. Z.: 17,
967 - 981 (1963)

2. HENNICKE, A. Die Reinigung und Desinfek-
tion von Prothesen
Dtsch. Stomat.: 11, 691 - 694
(1958)

3. NEILL, D. J., D. F. C., M. D. S., F. D. S.
Untersuchung über Materialien
und Methoden, die zur Reini-
gung von Prothesen angewendet
werden
Quintess. zahnärztl. Lit.: 10,
75 - 78 (1968)

4. SMITH, D. C. Die Reinigung von Prothesen
Quintess. zahnärztl. Lit.: 1,
53 (1968)

5. WEIKART, P. Werkstoffkunde für Zahnärzte
4. Auflage 1966
Carl Hanser Verlag, München

Herrn Prof. Dr. Dr. H. Paschke möchte ich für die freundliche Anregung des Themas danken.

Herrn Priv. Doz. Dr. L. Kobes danke ich für die Überlassung des Themas und die ständige Unterstützung bei auftauchenden Schwierigkeiten und Problemen, für deren Klärung ich immer ein offenes Ohr bei ihm fand.

Mein Dank gilt ebenfalls Herrn Prof. Dr. M. Hofmann für die Übernahme des Korreferates.

Weiterhin gilt mein Dank den Herstellerfirmen der Prothesenreinigungsmittel, die mir in grosszügiger Weise für meine Versuche ihre Reinigungsmittel zur Verfügung gestellt haben.

Lebenslauf

Als Sohn des Diplomphysikers Dr. rer. nat. Wilhelm Ackmann und dessen Ehefrau Irmtraut, geb. Kleinschmidt wurde ich am 15. April 1945 in Wennigsen/Deister geboren. Nach dem Besuch der Volksschule in Wennigsen und Erlangen besuchte ich die humanistischen Gymnasien in Erlangen, Köln und Nürnberg. Im Jahre 1964 legte ich das Abitur am Melanchthon-Gymnasium in Nürnberg ab. Im gleichen Jahr begann ich das Studium der Zahnheilkunde in Erlangen an der Friedrich-Alexander-Universität. Das Studium schloss ich ebenfalls in Erlangen mit dem Staatsexamen im Jahre 1970 ab.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990